





Europäisches Patentamt

Eur pean Pat nt Offic

Office europé n des brevets



(11)

EP 1 057 998 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.12.2000 Patentblatt 2000/49

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F02M 25/12, H01M 8/06,  
F02B 43/10

(21) Anmeldenummer: 00109833.4

(22) Anmeldetag: 10.05.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 29.05.1999 DE 19924777

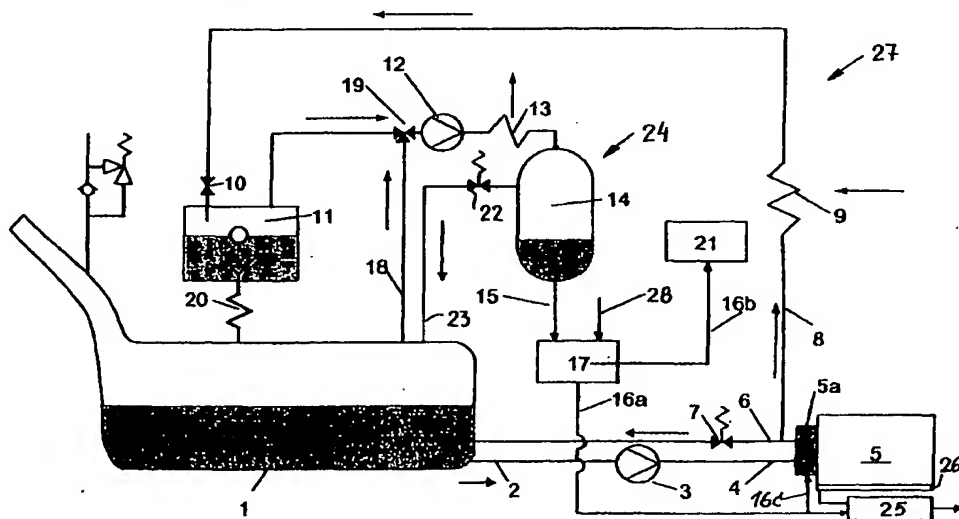
(71) Anmelder:  
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft  
80809 München (DE)

(72) Erfinder:  
• Ringler, Jürgen  
86438 Kissing (DE)  
• Fischer, Gregor  
85737 Ismaning (DE)

(54) Verfahren zur Erzeugung eines Hilfsbrennstoffes aus dem Betriebskraftstoff einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine, insbesondere auf Kraftfahrzeugen

(57) Für ein Verfahren zur Erzeugung eines Hilfsbrennstoffes aus dem Betriebs-Kraftstoff einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine, insbesondere auf Kraftfahrzeugen, wobei aus dem Betriebs-Kraftstoff mittels einer gesonderten Einrichtung (24) ein in einem Tank (14) bevorratetes Kondensat gebildet wird, ist bei einfachem Aufbau ein

verbessertes Verfahren dadurch erreicht, daß mittels eines Reformersystems (17) aus dem Kondensat ein wasserstoffreiches Synthesegas für unterschiedliche Verbraucher an Bord eines Kraftfahrzeuges erzeugt wird.



EP 1 057 998 A1

**B schreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 auf ein Verfahren zur Erzeugung eines Hilfsbrennstoffes aus dem Betriebskraftstoff einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine, insbesondere auf Kraftfahrzeugen, wobei aus dem Betriebskraftstoff mittels einer gesonderten Einrichtung ein in einem Tank bevorratetes Kondensat gebildet wird.

**[0002]** In der deutschen Patentanmeldung 198 53 413 ist die Erzeugung eines Hilfsbrennstoffes aus dem Betriebs-Kraftstoff einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine beschrieben, wobei der als Starthilfe-Kraftstoff dienende Hilfsbrennstoff ein Kondensat aus Dämpfen leichtsiedender Bestandteile des Betriebs-Kraftstoffes ist.

**[0003]** Weiter ist es aus der US 3,918,412 bekannt, zur Reduktion von Emissionen im Abgas einer Brennkraftmaschine zumindest einen Teil eines mitgeführten Betriebs-Kraftstoffes über ein Reformersystem unter Verwendung von Wasserdampf und rückgeführtem Abgas in ein wasserstoffreiches Synthesegas umzuwandeln und dieses der Brennkraftmaschine ansaugseitig zuzuführen. Nachteilig bei dieser Anordnung ist bei einer auf einem Kraftfahrzeug installierten Brennkraftmaschine die Mitführung eines gesonderten Zusatzstoffes, im vorliegenden Fall Wasser für die Dampf-Reformierung.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erzeugung eines Hilfskraftstoffes ohne einen mitzuführenden Zusatzstoff aufzuzeigen, der sowohl für einen temporären Betrieb der Brennkraftmaschine als auch für einen temporären Betrieb oder einem Dauerbetrieb peripherer Einrichtungen der Brennkraftmaschine einsetzbar ist.

**[0005]** Diese Aufgabe ist mit dem Patentanspruch 1 dadurch gelöst, daß mittels eines Reformersystems aus dem aus einem Betriebs-Kraftstoff gewonnenen Kondensat ein wasserstoffreiches Synthesegas für unterschiedliche Verbraucher erzeugt wird.

**[0006]** In vorteilhafter Weise kann das erfindungsgemäß erzeugte Synthesegas zum jeweiligen emissionsreduzierten Betrieb der Brennkraftmaschine in der Start- und Warmlauf-Phase sowie für einen stationären Betrieb dienen, wobei die Brennkraftmaschine bei erreichten vorbestimmten Werten auf den üblichen Betriebskraftstoff umgesteuert ist.

**[0007]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß das erfindungsgemäß erzeugte Synthesegas unabhängig von der vorbeschriebenen Verwendung zum Aufheizen eines in einer Abgasanlage der Brennkraftmaschine angeordneten Katalysators auf Anspringtemperatur dient, womit in vorteilhafter Weise eine schnellere Konvertierung erzielt ist.

**[0008]** Schließlich kann das erfindungsgemäße Synthesegas unabhängig von den vorgenannten Verbrauchern zum Betrieb einer als Strom-/Spannungs-

quelle dienenden Brennstoffzelle dienen, die der Brennkraftmaschine als Hilfseinrichtung zugeordnet ist.

**[0009]** Die Erfindung ermöglicht ferner in vorteilhafter Weise die Kombination der vorgenannten Verbraucher dadurch, daß das Synthesegas erzeugt wird zum temporären emissionsreduzierten Betrieb der Brennkraftmaschine, die mit einer mittels Synthesegas aufheizbaren Katalysator ausgerüstet ist und/oder ferner mit einer mit dem Synthesegas betreibbaren, als Hilfseinrichtung zugeordneten Brennstoffzelle als Strom-/Spannungsquelle ausgerüstet ist, wobei die Brennkraftmaschine beim Start zunächst aus einer Starter-Batterie mit elektrischer Energie versorgt wird.

**[0010]** Mit der erfindungsgemäßen Zuführung eines bevorrateten Kondensates aus leichtsiedenden Kraftstoff-Bestandteilen zu einem Reformersystem kann dieses in vorteilhafter Weise bereits kurz nach dem Start der Brennkraftmaschine aus dem Kondensat-Betriebsstoff bzw. Hilfsbrennstoff gebildetes wasserstoffreiches Synthesegas an die Verbraucher abgeben.

**[0011]** Weiter kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in vorteilhafter Weise ein Reformersystem mit hohem Anteil an leichtflüchtigen Komponenten des Brennkraftmaschinen-Kraftstoffes an Bord eines Fahrzeuges erzeugt werden, wobei mit der Verwendung hierfür eines an Bord mitgeführten Betriebs-Kraftstoffes eine zusätzliche Infrastruktur entfällt und für den Betreiber des Fahrzeuges in vorteilhafter Weise nur eine Kraftstoffart zu tanken ist. Weiter sind für den erfindungsgemäß versorgten Reformersystem vereinfachte Reformierungsbedingungen sowie eine verringerte Kohlenstoffbildung als Vorteile zu nennen.

**[0012]** Die Verwendung von Benzin oder Diesel als zu reformierende Kraftstoffe ist dabei aufgrund der bestehenden Infrastruktur, der hohen Energiedichte sowie den hohen Herstellungswirkungsgraden dieser Energieträger von weiterem Vorteil.

**[0013]** Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in weiteren Unteransprüchen beschrieben.

**[0014]** Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Schema-Bildes beschrieben.

**[0015]** Für ein Verfahren zur Erzeugung eines Hilfsbrennstoffes aus dem in einem Kraftstoff-Vorratsbehälter 1 bevorrateten Betriebs-Kraftstoff einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine 5 ist eine gesonderte Einrichtung 24 vorgesehen, mittels der ein Kondensat aus Dämpfen leichtsiedender Bestandteile des Betriebs-Kraftstoffes erzeugt und in einem Tank 14 bevorratet wird.

**[0016]** Das Verfahren zur Erzeugung eines Hilfskraftstoffes ohne eines Zusatzstoffes ist dahingehend erfindungsgemäß verbessert, daß der Hilfskraftstoff sowohl für einen temporären Betrieb der Brennkraftmaschine 5 als auch für einen temporären Betrieb oder einen Dauerbetrieb peripherer Einrichtungen der Brennkraftmaschine 5 einsetzbar ist.

**[0017]** Erfindungsgemäß wird hierfür vorgeschla-

gen, daß mittels eines Reformersystems 17 aus dem Kondensat ein wasserstoffreiches Synthesegas für unterschiedliche Verbraucher erzeugt wird.

**[0018]** Als ein erster Verbraucher ist die Brennkraftmaschine 5 mit ihrem Gemischbildungssystem 5 a zu sehen, dem das erfindungsgemäß erzeugte Synthesegas zum jeweiligen emissionsreduzierten Betrieb der Brennkraftmaschine 5 in der Start- und/oder Warmlaufphase sowie für einen stationären Betrieb zugeführt ist.

**[0019]** Als ein weiterer Verbraucher des erfindungsgemäß erzeugten Synthesegases ist ein Katalysator 25 in der Abgasanlage 26 der Brennkraftmaschine 5 anzusehen, dem das Synthesegas zum Aufheizen des Katalysators 25 auf Anspringtemperatur zugeführt ist.

**[0020]** Weiter kommt als Verbraucher für das erfindungsgemäß erzeugte Synthesegas eine Brennstoffzelle 21 in Frage, wobei die der Brennkraftmaschine 5 als Hilfseinrichtung zugeordnete Brennstoffzelle 21 als Strom-/Spannungsquelle für die Brennkraftmaschine 5 dient.

**[0021]** Wie aus der einzigen Zeichnung hervorgeht, können alle vorgenannten Verbraucher bei einer auf einem nicht dargestellten Kraftfahrzeug installierten Brennkraftmaschine 5 vom Reformersystem 17 mit wasserstoffreichem Synthesegas versorgt werden, wobei die Brennkraftmaschine 5 beim Start zunächst aus einer nicht gezeigten Starter-Batterie mit elektrischer Energie versorgt wird.

**[0022]** Die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehene Vorrichtung 27 umfaßt einen für die Brennkraftmaschine 5 vorgesehenen Kraftstoff-Vorratsbehälter 1, aus dem der Betriebs-Kraftstoff über eine Vorlaufleitung 2 und eine Pumpe 3 sowie eine Druckleitung 4 dem Gemischbildungssystem 5 a der Brennkraftmaschine 5 zugeführt ist. Überschüssiger Kraftstoff ist aus dem Gemischbildungssystem 5 a druckgesteuert über eine Rücklaufleitung 6 abgeführt.

**[0023]** Zur Erzeugung eines Kraftstoff-Kondensates in der Vorrichtung 24 ist stromauf eines Druckhalteventils 7 in der Rücklaufleitung 6 mittels einer abzweigenden Leitung 8 Betriebs-Kraftstoff entnommen, dem über einen Wärmetauscher 9 Verdampfungswärme zugeführt ist. Anschließend strömt der erwärmte bzw. erhitzte Betriebs-Kraftstoff über ein Regulierventil 10 in der Leitung 8 einem Dampfabscheider 11 zu, aus dem die Dämpfe leichtsiedender Kraftstoffbestandteile mittels eines Verdichters 12 abgesaugt und einem Kondensator 13 zugeführt sind, der mit dem Tank 14 der Vorrichtung 24 kondensatführend verbunden ist.

**[0024]** Ein im Kondensat-Tank 14 der Vorrichtung 24 anstehender Überdruck kann über eine mit einem Druckventil 22 ausgerüstete Abblaseleitung 23 in den Kraftstoff-Vorratsbehälter 1 abgebaut werden.

**[0025]** Andererseits kann der Kondensat-Tank 14 zusätzlich mit Kraftstoff-Dämpfen dadurch aufgeladen werden, daß der Kraftstoff-Vorratsbehälter 1 von einem

Hochpunkt aus über eine ventilgesteuerte Abströmleitung 18 mit dem Verdichter 12 saugseitig verbunden ist.

**[0026]** Weiter ist aus der einzigen Zeichnung ersichtlich, daß der im Dampfabscheider 11 gesammelte Kraftstoff aus schwerflüchtigen bzw. hochsiedenden Bestandteilen über einen kraftstoffkühlenden Wärmetauscher 20 in den Kraftstoff-Vorratsbehälter 1 ventilgesteuert zurückgeführt ist.

**[0027]** Die vorbeschriebene Vorrichtung 27 ist vorteilhaft verwendbar an Bord eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges, wobei das Kondensat aus Dämpfen leichtsiedender Bestandteile des Betriebs-Kraftstoffes während üblicher Betriebsphasen der Brennkraftmaschine 5 unter Verwendung von an Bord erzielter Abwärme erzeugt und im Tank 14 zwischengespeichert ist für das Reformersystem 17, das jeweils in Wirkverbindung steht mit der Gemischbildungsanlage 5 a der Brennkraftmaschine 5 über die Leitungen 16 a und 16 c, sowie über die Leitung 16 a mit einer Vorheizeinrichtung des Abgas-Katalysators 25 der Brennkraftmaschine 5 und schließlich über die Leitung 16 b mit der als Hilfseinrichtung gestalteten Brennstoffzelle 21 als Strom-/Spannungsquelle für das Bordnetz.

**[0028]** Der erfindungsgemäße Betrieb eines bekannten Reformersystems 17 mit einem Kondensat aus leichtsiedenden Bestandteilen des für die Brennkraftmaschine 5 zum Betrieb vorgesehenen Kraftstoffes zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Synthesegases ergibt die Vorteile vereinfachter Reformierungsbedingungen sowie einer verminderten Gefahr durch Zerstörung des Reformersystems 17 durch Verunreinigungen (Kohlenstoffbildung, Schwefel). Weiter ergibt sich mit der Erzeugung des Hilfsbrennstoffes für das Reformersystem 17 an Bord eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges einerseits der Vorteil, daß bei der Betankung lediglich eine Art von Betriebskraftstoff an Bord zu nehmen ist, und daß andererseits in vorteilhafter Weise keine zusätzliche Infrastruktur notwendig ist.

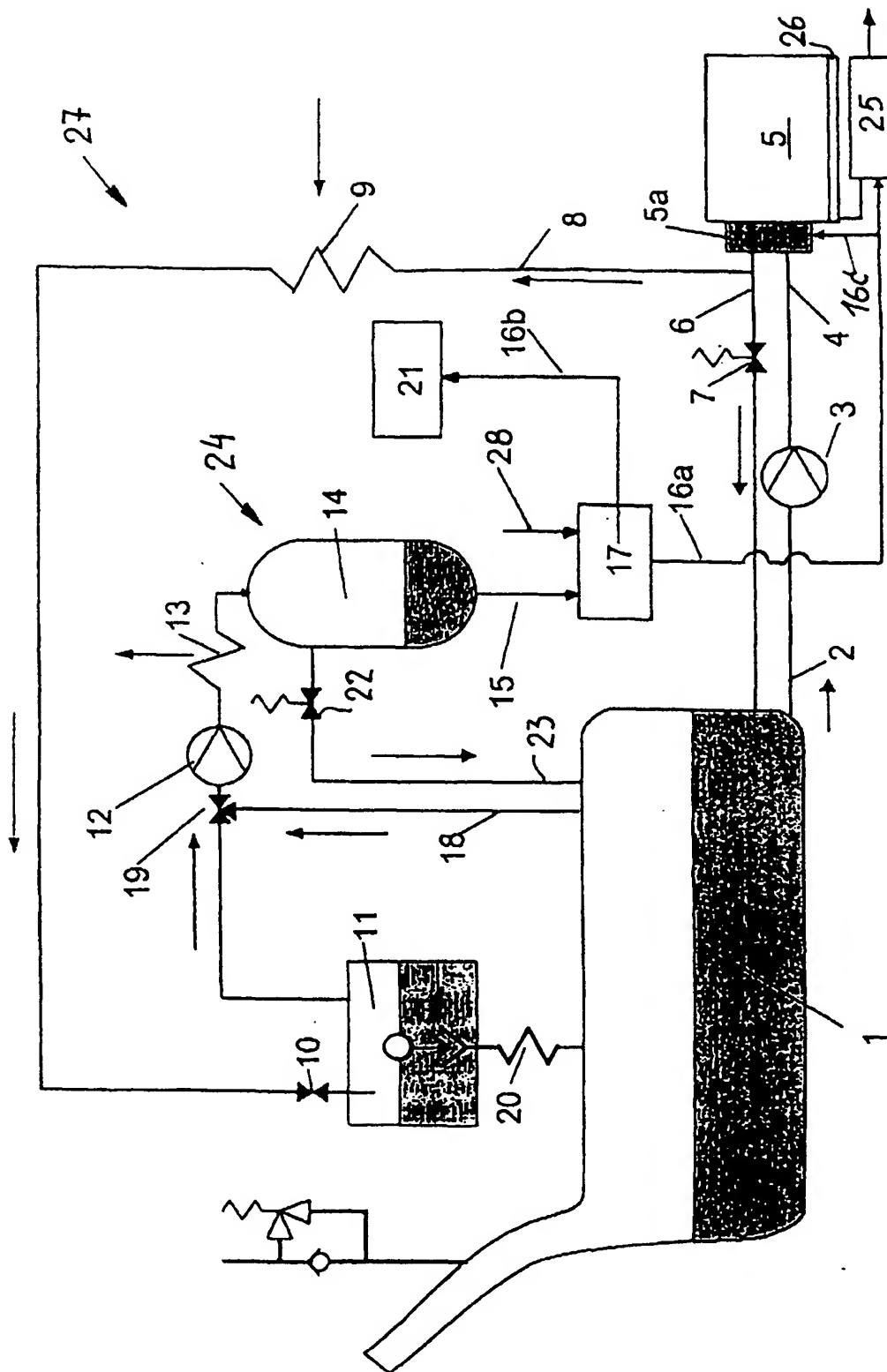
**[0029]** Für die Reformierung des Kondensats zu wasserstoffreichem Synthesegas kann dem Reformersystem 17 eine flüssige und/oder gasförmige sauerstoffhaltige Verbindung (Luft, Wasserdampf, etc.) über die Leitung 28 zugeführt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines Hilfsbrennstoffes aus dem Betriebs-Kraftstoff einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine, insbesondere auf Kraftfahrzeugen,

- wobei aus dem Betriebs-Kraftstoff mittels einer gesonderten Einrichtung (24) ein in einem Tank (14) bevorratetes Kondensat gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet,**
- daß mittels eines Reformersystems (17) aus dem Kondensat ein wasserstoffreiches Synthe-

- segas für unterschiedliche Verbraucher erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Synthesegas zum jeweiligen emissionsreduzierten Betrieb der Brennkraftmaschine (5) in der Start- und/oder Warmlaufphase sowie für einen instationären Betrieb erzeugt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Synthesegas zum Aufheizen eines in einer Abgasanlage (26) der Brennkraftmaschine (5) angeordneten Katalysators (25) auf Anspringtemperatur erzeugt wird. 10
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, 15
- daß das Synthesegas zum Betrieb einer als Strom-/Spannungsquelle dienenden Brennstoffzelle (21) erzeugt wird, die 20
  - der Brennkraftmaschine (5) als Hilfseinrichtung zugeordnet ist.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, 25
- daß das Synthesegas erzeugt wird zum temporären emissionsreduzierten Betrieb der Brennkraftmaschine (5), die
  - mit einem mittels Synthesegas aufheizbaren Katalysator (25) ausgerüstet ist und/oder fer- 30
  - mit einer mit dem Synthesegas betreibbaren, als Hilfseinrichtung zugeordneten Brennstoffzelle (21) als Strom-/Spannungsquelle ausgerüstet ist, wobei 35
  - die Brennkraftmaschine (5) beim Start zunächst aus einer Starter-Batterie mit elektrischer Energie versorgt ist. 40
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** 45
- einen Kraftstoff-Vorratsbehälter (1), aus dem der Betriebs-Kraftstoff über eine Vorlaufleitung (2, 4) pumpengefördert einem Gemischbildungssystem (5 a) zugeführt und überschüssiger Kraftstoff druckgesteuert über eine Rücklaufleitung (6) abgeführt ist, wobei 50
  - in der Vorrichtung (24) einem stromauf eines Druckhalteventils (7) aus der Rücklaufleitung (6) abgezweigten Betriebs-Kraftstoff über einen Wärmetauscher (9) Verdampfungswärme zugeführt ist und 55
  - der erwärmte bzw. erhitzte Betriebs-Kraftstoff über ein Regulierventil (10) einem Dampfabscheider (11) zuströmt, aus dem
- die Dämpfe leichtsiedender Kraftstoffbestandteile mittels eines Verdichters (12) abgesaugt und einem Kondensator (13) zugeführt sind, der
  - mit dem Tank (14) kondensatführend verbunden ist, aus dem
  - das Reformersystem (17) mit Kondensat versorgt ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kondensat-Tank (14) über eine mit einem Druckventil (22) ausgerüstete Abblaseleitung (23) mit dem Kraftstoffvorratsbehälter (1) in Verbindung steht.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kraftstoff-Vorratsbehälter (1) von einem Hochpunkt aus über eine ventilgesteuerte Abströmleitung (18) mit dem Verdichter (12) saugseitig verbunden ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der im Dampfabscheider (11) gesammelte Kraftstoff aus schwerflüchtigen bzw. hochsiedenden Bestandteilen über einen kraftstoffkühlenden Wärmetauscher (20) in den Kraftstoff-Vorratsbehälter (1) ventilgesteuert zurückgeführt ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **gekennzeichnet durch**
- die Verwendung an Bord eines Kraftfahrzeuges, wobei
  - das Kondensat mittels bordeigener Abwärme erzeugt und im Tank (14) zwischengespeichert ist für das Reformersystem (17), das
  - jeweils gesteuert in Wirkverbindung steht mit einer Gemischbildungsanlage (5 a) der Brennkraftmaschine (5) und
  - mit einer Vorheizeinrichtung eines Abgas-Katalysators (25) der Brennkraftmaschine (5), sowie
  - mit einer als Hilfseinrichtung gestalteten Brennstoffzelle (21) als Strom-/Spannungsquelle für das Bordnetz.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 9833

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 3 799 125 A (HUTCHINSON D) 26. März 1974 (1974-03-26) * Zusammenfassung; Abbildung 5 *	1,6	F02M25/12 H01M8/06 F02B43/10
A	US 4 716 859 A (KOENIG AXEL ET AL) 5. Januar 1988 (1988-01-05) * Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 64; Abbildung *	1,6	
D,A	US 3 918 412 A (LINDSTROM OLLE B) 11. November 1975 (1975-11-11) * Spalte 2, Zeile 14 - Zeile 39 *	1,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F02M H01M F02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>7. September 2000</b>	Prüfer <b>Alconchel y Ungria,J</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 9833

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-09-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3799125	A	26-03-1974	KEINE		
US 4716859	A	05-01-1988	DE	3688476 A	01-07-1993
			EP	0201670 A	20-11-1986
			JP	62056301 A	12-03-1987
US 3918412	A	11-11-1975	SE	349549 B	02-10-1972
			CA	950296 A	02-07-1974
			CA	950297 A	02-07-1974
			DE	2119798 A	02-12-1971
			FR	2090966 A	14-01-1972
			GB	1328294 A	30-08-1973
			JP	51024044 B	21-07-1976

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82